



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103138556 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201110376593. 8

CN 1106175 A, 1995. 08. 02, 全文.

(22) 申请日 2011. 11. 23

审查员 盛敏

(73) 专利权人 英飞特电子(杭州)股份有限公司
地址 310053 浙江省杭州市滨江区东信大道
66 号东方通信城 B 座 309

(72) 发明人 葛良安 姚晓莉 任丽君

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227
代理人 逯长明 王宝筠

(51) Int. Cl.

H02M 1/42(2007. 01)

H02M 3/335(2006. 01)

H05B 37/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2011/0254525 A1, 2011. 10. 20, 说明书第
25-65 段, 图 1-7.

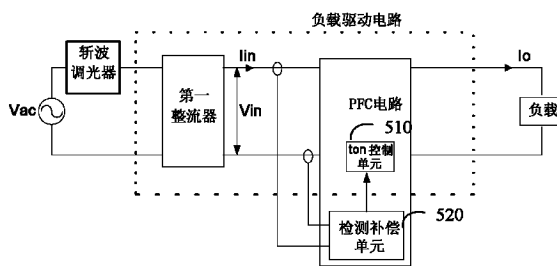
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

PFC 电路、负载驱动电路以及信号控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 PFC 电路、负载驱动电路及信号控制方法, 所述 PFC 电路的输入端接收斩波电压, 所述 PFC 电路包括: 主开关管和 Ton 控制单元; 所述 Ton 控制单元的控制信号, 在小于或等于最大值范围内, 与所述斩波电压的斩波角正相关; 所述 PFC 电路还包括: 检测补偿单元, 用于检测斩波电压的斩波角, 生成幅值与斩波角正相关的补偿信号; 根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制, 使在所述控制信号小于或等于最大值范围内, 相等斩波角对应的控制信号升高。本发明能够缩短调光过程中的无效调节过程。



1. 一种 PFC 电路,其特征在于,所述 PFC 电路的输入端接收斩波电压,所述 PFC 电路包括:主开关管和 Ton 控制单元;所述 Ton 控制单元的控制信号,在小于或等于最大值范围内,与所述斩波电压的斩波角正相关;

所述 PFC 电路还包括:

检测补偿单元,用于检测斩波电压的斩波角,生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制,使在所述控制信号小于或等于最大值范围内,相等斩波角对应的控制信号升高。

2. 根据权利要求 1 所述的电路,其特征在于,检测补偿单元包括:

检测子单元,用于检测斩波电压的斩波角;

生成子单元,用于生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;

控制子单元,用于根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制。

3. 根据权利要求 2 所述的电路,其特征在于,控制子单元具体用于:将所述补偿信号叠加到 Ton 控制单元的比较信号上。

4. 根据权利要求 3 所述的电路,其特征在于,所述补偿信号为电流信号;所述比较信号为锯齿波信号;

Ton 控制单元包括:恒流源分别通过第一电容和第二开关管接地,第一电容未接地的第一端连接第一运算放大器的反相输入端;第一运算放大器的正相输入端用于接收控制信号;

控制子单元包括:生成子单元的两个输出端分别连接第一电容的两端。

5. 根据权利要求 3 所述的电路,其特征在于,所述补偿信号为电压信号;所述比较信号为锯齿波信号;

Ton 控制单元包括:第一运算放大器的正相输入端用于接收控制信号;

控制子单元包括:

第一输入端用于接收比较信号,第一输入端还通过第一电阻连接第一运算放大器的反相输入端;生成子单元的补偿信号输出端通过第二电阻连接第一运算放大器的反相输入端。

6. 根据权利要求 4 所述的电路,其特征在于,所述检测子单元包括:

第一输入端依次通过第三电阻和第四电阻接地,第二输入端接地;第三电阻和第四电阻的连接点连接第一三极管的基极,第一三极管的发射极接地,集电极连接检测子单元的第一输出端,检测子单元的第二输出端接地;

生成子单元包括:

生成子单元的第一输入端连接检测子单元的第一输出端,生成子单元的第二输入端连接检测子单元的第二输出端;

生成子单元的第一输入端通过第五电阻连接电源电压,还通过第二电容接地;生成子单元的第一输入端依次通过第一二极管和第三电容接地;第一二极管的阴极连接第二三极管的基极,第二三极管的发射极通过第六电阻接地,第二三极管的集电极连接电源电压;第二三极管的发射极依次通过第二二极管和第七电阻连接生成子单元的补偿信号输出端。

7. 根据权利要求 5 所述的电路,其特征在于,所述检测子单元包括:第一输入端依次通过第三电阻和第四电阻接地,第二输入端接地;第三电阻和第四电阻的连接点连接第一三

极管的基极,第一三极管的发射极接地,集电极连接检测子单元的第一输出端,检测子单元的第二输出端接地;

生成子单元包括:

生成子单元的第一输入端连接检测子单元的第一输出端,生成子单元的第二输入端连接检测子单元的第二输出端;

生成子单元的第一输入端通过第五电阻连接电源电压,还通过第二电容接地;生成子单元的第一输入端依次通过第一二极管和第三电容接地;第一二极管的阴极连接第二三极管的基极,第二三极管的发射极通过第六电阻接地,第二三极管的集电极连接电源电压;第二三极管的发射极作为生成子单元的补偿信号输出端。

8. 一种信号控制方法,其特征在于,该方法应用于 PFC 电路,所述 PFC 电路的输入端接收斩波电压;所述 PFC 电路包括:主开关管和 Ton 控制单元;所述 Ton 控制单元的控制信号,在小于或等于最大值范围内,与所述斩波电压的斩波角正相关;

该方法包括:

检测斩波电压的斩波角;

生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;

根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制,使在所述控制信号小于或等于最大值范围内,相等斩波角对应的控制信号升高。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制包括:

将所述补偿信号叠加到 Ton 控制单元的比较信号上。

10. 一种负载驱动电路,其特征在于,包括权利要求 1 至 7 任一项所述的 PFC 电路。

PFC 电路、负载驱动电路以及信号控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电路领域,尤其涉及一种 PFC 电路、负载驱动电路及信号控制方法。

背景技术

[0002] 在照明领域,很多场合需要调节光源的亮度或颜色,这就要求照明系统具有调节功能。目前较为常用的是斩波调光技术,如图 1 所示,虚线部分为现有的斩波调光器的一种实现结构,电网电压 V_{ac} 经斩波调光器作用后,光源负载 R_L 上的电压为如图 2 所示的斩波电压,斩波调光器内晶体管 TRIAC 触发导通时间对应的相位角 α 为斩波电压的斩波角。斩波调光器内电阻 R_{11} 为一可变电阻,调整可变电阻 R_{11} 的阻值可改变斩波角 α 的大小,具体的:可变电阻 R_{11} 阻值越小,晶体管 TRIAC 的触发导通时间越短,斩波角 α 越小;可变电阻 R_{11} 阻值越大,晶体管 TRIAC 的触发导通时间越长,斩波角 α 越大。当可变电阻 R_{11} 调节到最大阻值时,对应的斩波角 α 称为最大斩波角,当可变电阻 R_{11} 调节到最小阻值时,对应的斩波角 α 称为最小斩波角。

[0003] 但当光源负载为非电阻性光源,需要驱动电路驱动时,其调光原理不同于上述原理。如图 3 所示为光源负载为 LED 时的可调光驱动电路,负载驱动电路包括:第一整流器和 PFC 电路,电网电压 V_{ac} 经斩波调光器、第一整流器后,得到斩波电压作为 PFC 电路的输入电压 V_{in} , PFC 电路的输入电流为 I_{in} , PFC 电路的输出电流 I_o 用于驱动负载。PFC 电路还包括:电流控制单元、 t_{on} 控制单元以及驱动控制单元;其中,

[0004] 电流控制单元对 PFC 电路的输出电流 I_o 进行采样,并将采样信号与基准信号比较,经闭环调节后输出控制信号 V_r ,该控制信号 V_r 的变化与输出电流 I_o 的变化反相关,即当输出电流 I_o 减小时,该控制信号 V_r 增大,反之,当输出电流 I_o 增大时,该控制信号 V_r 减小。且,该控制信号 V_r 具有最大值 V_{rmax} ,即当 V_r 等于 V_{rmax} 时,当输出电流 I_o 继续减小时, V_r 不再增大。

[0005] t_{on} 控制单元将控制信号 V_r 与一比较信号 V_p 比较,决定主开关管 S_1 的导通时间 t_{on} ,驱动控制单元根据该导通时间输出驱动信号 V_d 以对主开关管 S_1 进行控制。具体的,如图 4 所示,比较信号 V_p 为三角波或锯齿波,以比较信号 V_p 开始增大的时刻为主开关管 S_1 导通时间 T_{on} 的起始时刻,以比较信号 V_p 的峰值等于控制信号 V_r 的幅值的时刻为主开关管 S_1 导通时间 T_{on} 的截止时刻,即当 V_r 等于 V_{rmax} 时,主开关管 S_1 的导通时间 T_{on} 为最大值 T_{on-max} 。

[0006] 当斩波调光器输出的斩波电压的斩波角 α 为零时,电流控制单元工作在闭环状态, PFC 电路的输出电流 I_o 基本恒定;当斩波角 α 从零增大时,斩波电压平均值减小,使 PFC 电路的输出电流 I_o 减小,电流控制单元接收的输出电流 I_o 的采样信号减小,其输出的控制信号 V_r 增大,通过 T_{on} 控制单元使主开关管 S_1 的导通时间 T_{on} 变长,维持 PFC 电路的输出电流 I_o 基本恒定;当斩波角 α 增大到 α_x ,使电流控制单元输出的控制信号 V_r 增大为 V_{rmax} 时,电流控制单元处于闭环开环的临界状态,即:当斩波角 α 从当前值 α_x 继续增大时,斩波电压平均值继续减小, PFC 电路的输出电流 I_o 降低,由于 V_r 等于 V_{rmax} , V_r 不再

增大,主开关管 S1 的导通时间 T_{on} 等于最大值 T_{on-max} ,也不再增大,电流控制单元处于开环状态,即 PFC 电路的输出电流 I_o 的降低,不能使电流控制单元输出的控制信号 V_r 变化,因此,也不能通过改变主开关管 S1 的导通时间调节 PFC 电路的输出电流 I_o 。可以看出,由于 V_{rmax} 对应的电流控制单元的状态为闭环开环临界状态,所以 V_r 越大越接近临界状态。

[0007] 当电流控制单元处于开环状态时,主开关管 S1 的导通时间 T_{on} 不变且等于最大值 T_{on-max} ,即当斩波角 α 从临界值 α_x 继续增大时,PFC 电路的输入电压 V_{in} 的平均值随之减小,因此,PFC 电路的输出电流 I_o 随之减小,从而实现:在大于临界值 α_x 的范围内,当斩波角 α 增大时,PFC 电路的输出电流 I_o 减小,当斩波角 α 减小时,PFC 电路的输出电流 I_o 增大,从而实现调光。

[0008] 因此,在斩波角 α 变化过程中,只有在电流控制单元处于开环状态时,斩波调光器才能实现调光功能。而斩波调光器将斩波电压的斩波角 α 从零调节到临界值 α_x 的过程,PFC 电路输出电流 I_o 保持不变,对于调光而言是毫无意义的,对于用户来讲,此阶段的调节过程是无效调节过程。

[0009] 因此,如何缩短调光过程中的无效调节过程是需要解决的问题。

发明内容

[0010] 有鉴于此,本发明要解决的技术问题是,提供一种 PFC 电路、负载驱动电路及信号控制方法,能够缩短调光过程中的无效调节过程。

[0011] 为此,本发明实施例采用如下技术方案:

[0012] 本发明实施例提供一种 PFC 电路,所述 PFC 电路的输入端接收斩波电压,所述 PFC 电路包括:主开关管和 T_{on} 控制单元;所述 T_{on} 控制单元的控制信号,在小于或等于最大值范围内,与所述斩波电压的斩波角正相关;

[0013] 所述 PFC 电路还包括:

[0014] 检测补偿单元,用于检测斩波电压的斩波角,生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;根据所述补偿信号对 T_{on} 控制单元的比较信号进行控制,使在所述控制信号小于或等于最大值范围内,相等斩波角对应的控制信号升高。

[0015] 其中,检测补偿单元包括:

[0016] 检测子单元,用于检测斩波电压的斩波角;

[0017] 生成子单元,用于生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;

[0018] 控制子单元,用于根据所述补偿信号对 T_{on} 控制单元的比较信号进行控制。

[0019] 控制子单元具体用于:将所述补偿信号叠加到 T_{on} 控制单元的比较信号上。

[0020] 所述补偿信号为电流信号;所述比较信号为锯齿波信号;

[0021] T_{on} 控制单元包括:恒流源分别通过第一电容和第二开关管接地,第一电容未接地的第一端连接第一运算放大器的反相输入端;第一运算放大器的正相输入端用于接收控制信号;

[0022] 控制子单元包括:生成子单元的两个输出端分别连接第一电容的两端。

[0023] 所述补偿信号为电压信号;所述比较信号为锯齿波信号,补偿信号为电平信号;

[0024] T_{on} 控制单元包括:第一运算放大器的正相输入端用于接收控制信号;

[0025] 控制子单元包括:

[0026] 第一输入端用于接收比较信号,第一输入端还通过第一电阻连接第一运算放大器的反相输入端;生成子单元的补偿信号输出端通过第二电阻连接第一运算放大器的反相输入端。

[0027] 所述检测子单元包括:

[0028] 第一输入端依次通过第三电阻和第四电阻接地,第二输入端接地;第三电阻和第四电阻的连接点连接第一三极管的基极,第一三极管的射极接地,集电极连接检测子单元的第一输出端,检测子单元的第二输出端接地;

[0029] 生成子单元包括:

[0030] 生成子单元的第一输入端连接检测子单元的第一输出端,生成子单元的第二输入端连接检测子单元的第二输出端;

[0031] 生成子单元的第一输入端通过第五电阻连接电源电压,还通过第二电容接地;生成子单元的第一输入端依次通过第一二极管和第三电容接地;第一二极管的阴极连接第二三极管的基极,第二三极管的射极通过第六电阻接地,第二三极管的集电极连接电源电压;第二三极管的射极依次通过第二二极管和第七电阻连接生成子单元的补偿信号输出端。

[0032] 所述检测子单元包括:第一输入端依次通过第三电阻和第四电阻接地,第二输入端接地;第三电阻和第四电阻的连接点连接第一三极管的基极,第一三极管的射极接地,集电极连接检测子单元的第一输出端,检测子单元的第二输出端接地;

[0033] 生成子单元包括:

[0034] 生成子单元的第一输入端连接检测子单元的第一输出端,生成子单元的第二输入端连接检测子单元的第二输出端;

[0035] 生成子单元的第一输入端通过第五电阻连接电源电压,还通过第二电容接地;生成子单元的第一输入端依次通过第一二极管和第三电容接地;第一二极管的阴极连接第二三极管的基极,第二三极管的射极通过第六电阻接地,第二三极管的集电极连接电源电压;第二三极管的射极作为生成子单元的补偿信号输出端。

[0036] 本发明实施例还提供一种信号控制方法,该方法应用于PFC电路,所述PFC电路的输入端接收斩波电压;所述PFC电路包括:主开关管和Ton控制单元;所述Ton控制单元的控制信号,在小于或等于最大值范围内,与所述斩波电压的斩波角正相关;

[0037] 该方法包括:

[0038] 检测斩波电压的斩波角;

[0039] 生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;

[0040] 根据所述补偿信号对Ton控制单元的比较信号进行控制,使在所述控制信号小于或等于最大值范围内,相等斩波角对应的控制信号升高。

[0041] 根据所述补偿信号对Ton控制单元的比较信号进行控制包括:

[0042] 将所述补偿信号叠加到Ton控制单元的比较信号上。

[0043] 本发明实施例还提供一种负载驱动电路,包括上述的PFC电路。

[0044] 对于上述技术方案的技术效果分析如下:

[0045] 在PFC电路中增加检测补偿单元,该检测补偿单元检测斩波电压的斩波角,生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;根据所述补偿信号对Ton控制单元的比较信号进行控

制；从而将 Ton 控制单元中的比较信号变为新的比较信号，使得主开关管的导通时间 Ton 暂时变小，进而电流控制单元通过闭环调节维持导通时间 Ton 和 PFC 电路的输出电流不变，使得相同斩波角对应的控制信号升高，实现了在电流控制单元的闭环状态下升高控制信号的值，也即缩短了调光过程中的无效调节过程。

附图说明

- [0046] 图 1 为现有技术斩波调光器的一种实现结构示意图；
- [0047] 图 2 为现有技术一种斩波电压示意图；
- [0048] 图 3 为现有技术光源负载驱动电路结构示意图；
- [0049] 图 4 为现有技术信号关系示意图；
- [0050] 图 5 为本发明实施例 PFC 电路的电路结构示意图；
- [0051] 图 6 为本发明实施例检测补偿单元的实现结构示意图；
- [0052] 图 7 为本发明第一种 PFC 电路的具体实施例示意图；
- [0053] 图 8 为本发明实施例信号关系示意图；
- [0054] 图 9 为本发明第二种 PFC 电路的具体实施例示意图；
- [0055] 图 10 为本发明实施例信号关系示意图；
- [0056] 图 11 为本发明实施例检测子单元和生成子单元的电路实现结构示意图；
- [0057] 图 12 为本发明实施例信号控制方法流程示意图。

具体实施方式

[0058] 在斩波角 α 变化过程中，只有在电流控制单元处于开环状态时，斩波调光器才能实现调光功能。而斩波调光器将斩波电压的斩波角 α 从零调节到临界值 α_x 的过程，PFC 电路输出电流 I_o 保持不变，对于调光而言是毫无意义的，对于用户来讲，此阶段的调节过程是无效调节过程。

[0059] 发明人经过大量研究发现，减小临界值 α_x ，即减小闭环状态的最大斩波角即可以缩短电流控制单元处于闭环状态的时间，进而缩短无效调节过程。而减小临界值 α_x ，即减小闭环状态的最大斩波角，需要在相等的斩波角条件下，升高控制信号 V_r 的值（因为 V_r 越高越接近临界状态），但是，由于电流控制单元工作在闭环状态，因此，直接升高控制信号 V_r 的值，会使主开关管 S1 的导通时间 T_{on} 也暂时升高，PFC 电路的输出电流 I_o 升高，电流控制单元的输出电流采样值升高，使其输出的控制信号 V_r 降低，因此，直接升高控制信号 V_r 不能使在较小的斩波角 α_x 下进入临界状态。

[0060] 因此，本发明实施例提供一种 PFC 电路、负载驱动电路及信号控制方法，能够使得在闭环过程中，也即所述控制信号小于或等于最大值范围内，相等斩波角对应的控制信号升高，从而减小临界值 α_x ，实现缩短调光过程中的无效调节过程的发明目的。

[0061] 以下，结合附图详细说明本发明实施例 PFC 电路、负载驱动电路及电流控制方法的实现。

[0062] 参见图 5，为本发明实施例一种 PFC 电路结构示意图，其中：

[0063] 所述 PFC 电路的输入端接收斩波电压，也即所述输入电压 V_{in} ；所述 PFC 电路包括：主开关管 S1（图 5 中未示出）和 T_{on} 控制单元 510；所述 T_{on} 控制单元 510 输出的控制

信号 V_r , 在小于或等于最大值范围内, 与所述斩波电压的斩波角正相关; (其中, 所述正相关是指: 斩波角 α 越大, 所述控制信号 V_r 也越大, 斩波角 α 越小, 所述控制信号 V_r 也越小。)

[0064] 所述 PFC 电路还包括:

[0065] 检测补偿单元 520, 用于检测斩波电压的斩波角, 生成幅值与斩波角正相关的补偿信号; 根据所述补偿信号对 T_{on} 控制单元的比较信号进行控制, 使在所述控制信号小于或等于最大值范围内, 相等斩波角对应的控制信号升高。也即, 使得在斩波角不变下, 电流控制电路输出的控制信号升高。

[0066] 进而, 通过检测补偿单元 520 对比较信号的控制, 将得到新的比较信号, 而 T_{on} 控制单元将根据新的比较信号, 对新的比较信号与控制信号进行比较, 确定主开关管 S1 的导通时间 T_{on} 。

[0067] 这里, 所述正相关是指: 斩波角越大, 补偿信号的幅值越大, 斩波角越小, 则补偿信号的幅值越小。

[0068] 优选的, 如图 5 所示, PFC 电路和第一整流器可以构成负载驱动电路, 该第一整流器用于对斩波调光器输出的斩波电压进行整流, 从而得到 PFC 电路的输入电压 V_{in} 。

[0069] 其中, 如图 5 所示, 检测补偿单元 520 的两个输入端可以连接第一整流器的两个输出端, 对第一整流器输出的斩波电压进行斩波角的检测;

[0070] 或者, 也可以另外设置第二整流器, 第二整流器对斩波调光器输出的斩波电压进行整流; 而检测补偿单元 520 的两个输入端连接第二整流器的两个输出端, 对第二整流器输出的斩波电压进行斩波角的检测。

[0071] 本发明实施例中, 斩波调光器输出的斩波电压可以为前沿斩波电压、后沿斩波电压或者前后沿斩波电压等, 这里不限制。

[0072] 如图 6 所示, 所述检测补偿单元 520 可以通过以下结构实现:

[0073] 检测子单元 610, 用于检测斩波电压的斩波角;

[0074] 生成子单元 620, 用于生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;

[0075] 控制子单元 630, 用于根据所述补偿信号对 T_{on} 控制单元的比较信号进行控制。

[0076] 优选地, 控制子单元 630 具体可以用于: 将所述补偿信号叠加到 T_{on} 控制单元的比较信号上。

[0077] 以图 3 所示的负载驱动电路为例, 对本发明实施例的 PFC 电路和负载驱动电路进行更为具体的说明。

[0078] 在一种具体实施例中, 所述补偿信号可以为电流信号; 比较信号可以为锯齿波信号; 此时, 如图 7 所示:

[0079] T_{on} 控制单元包括: 恒流源 I_d 的输出端分别通过第一电容 C1 和第二开关管 S2 接地, 第一电容 C1 未接地的一端作为比较信号输出端, 输出比较信号 V_p , 第一电容 C1 未接地的一端连接第一运算放大器 A1 的反相输入端; 第一运算放大器 A1 的正相输入端用于接收控制信号 V_r , 也即连接电流控制单元的输出端;

[0080] 其中, 在不包含控制子单元时, T_{on} 控制单元的工作原理为: 当第二开关管 S2 导通时, 第一电容 C1 上的电压为零, 也即比较信号 V_p 为零, 当第二开关管 S2 关断时, 恒流源 I_d 为第一电容 C1 充电, 第一电容 C1 上的电压从零开始增大, 也即比较信号 V_p 从零开始增大,

当比较信号 V_p 增大到与控制信号 V_r 相等时,第二开关管 S2 导通,因此,第一电容 C1 未接地的一端输出的比较信号 V_p 为锯齿波。

[0081] 如图 7 所示,控制子单元 630 包括:生成子单元 620 的两个输出端分别连接第一电容 C1 的两端。从而,生成子单元 620 生成的补偿信号在 Ton 控制单元中转换为锯齿波信号,且与所述比较信号同相位,具体的:通过将生成子单元 620 的两个输出端并联在第一电容 C1 的两端,使得生成子单元 620 输出的补偿信号在第一电容 C1 的两端产生的电压与比较信号 V_p 的产生原理相同,即都由第二开关管 S2 控制,使得补偿信号在第一电容 C1 上产生的电压信号与比较信号 V_p 同相位,并且在第一电容 C1 上的电压为二者的叠加,且叠加后的电压 V_p' 的斜率大于比较信号 V_p 的斜率,参照图 8。

[0082] 在图 7 所示的电路结构下,如图 8 所示,补偿信号 I_α (图中未示出)在 Ton 控制单元的第一电容 C1 上转换为一个电压信号为锯齿波信号 V_α ,虚线为比较信号 V_p ,补偿信号 I_α 产生的锯齿波信号 V_α 与比较信号 V_p 叠加后,得到新的比较信号 $V_p' = V_p + V_\alpha$,波形如图中实线所示,而新的比较信号 V_p' 将代替原来的比较信号 V_p 输入到第一运算放大器的反相输入端。

[0083] 新的比较信号 V_p' ,与当前的控制信号 V_r 比较后,得到导通时间 T_{on}' ,该导通时间 T_{on}' 小于比较信号 V_p 对应的导通时间 T_{on} ,此时,由于当前的 T_{on}' 变小,因此,PFC 电路(也即负载驱动电路)的输出电流 I_o 会变小,电流控制单元对输出电流 I_o 采样得到的采样信号变小,电流控制单元输出的控制信号 V_r 升高,进而使主开关管 S1 的导通时间 T_{on}' 增大,维持主开关管的导通时间不变,维持 PFC 电路(也即负载驱动电路)的输出电流 I_o 不变。

[0084] 因此,在斩波角 α 不变的情况下,当比较信号从 V_p 变为新的比较信号 V_p' ,输入 Ton 控制单元后,电流控制单元的动态调节最终使主开关管 S1 的导通时间 T_{on} 不变,PFC 电路的输出电流 I_o 不变,而使控制信号 V_r 升高。随着斩波角 α 的增大,控制信号 V_r 也会随之增大,当 V_r 增大至 V_{r-max} 时(对应的斩波角为 α_x),电流控制单元即将进入开环状态。也即,使在所述控制信号 V_r 小于或等于最大值 V_{r-max} 的范围内,相等斩波角 α 对应的控制信号 V_r 升高,使得在斩波角不变下,更接近闭环开环临界状态,从而减小临界值 α_x ,缩短了调光过程中的无效调节过程。

[0085] 在另一种实施例中,所述补偿信号 V_α 可以为电压信号;所述比较信号 V_p 可以为锯齿波信号,补偿信号 V_α 可以为电平信号;此时,如图 9 所示:

[0086] Ton 控制单元包括:第一运算放大器 A1 的正相输入端用于接收控制信号;

[0087] 控制子单元 630 包括:

[0088] 第一输入端用于接收比较信号 V_p ,第一输入端还通过第一电阻 R1 连接第一运算放大器 A1 的反相输入端;生成子单元 620 的补偿信号输出端通过第二电阻 R2 连接第一运算放大器 A1 的反相输入端。

[0089] 其中,所述比较信号 V_p 可以通过如图 7 中所示的比较信号生成子单元获得,具体的,该比较信号生成子单元包括:恒流源 I_d 的输出端分别通过第一电容 C1 和第二开关管 S2 接地,第一电容 C1 未接地的一端作为比较信号生成子单元的比较信号输出端,输出比较信号 V_p 。

[0090] 在图 9 中,将电压信号形式的补偿信号 V_α 与比较信号 V_p ,通过第一电阻 R1 和第

二电阻 R2 叠加,得到叠加后的新的比较信号 V_p' ,输入到 Ton 控制单元中第一运算放大器的反相输入端。且,新的比较信号 V_p' 的直流偏置电压高于原来的比较信号 V_p 的直流偏置电压,参照图 10。

[0091] 在图 10 中,补偿信号 V_α 为电平信号,虚线为比较信号 V_p ,补偿信号 V_α 与比较信号 V_p 叠加后,得到新的比较信号 $V_p' = V_p + V_\alpha$,波形如图中实线所示,其直流偏置电压升高。

[0092] 第一运算放大器将新的比较信号 V_p' 与当前的控制信号 V_r 比较,得出的主开关管的导通时间 T_{on}' 小于原来的比较信号 V_p 对应的导通时间 T_{on} ,此时,由于当前的主开关管的导通时间 T_{on}' 变小,因此,PFC 电路的输出电流 I_o 会变小,电流控制单元对输出电流 I_o 采样得到的采样信号变小,其输出的控制信号 V_r 升高,使导通时间 T_{on}' 增大,从而维持 PFC 电路的输出电流 I_o 不变。

[0093] 因此,在斩波角 α 不变的情况下,当比较信号从 V_p 变为 V_p' 后,电流控制单元的动态调节最终使主开关管的导通时间 T_{on} 不变,PFC 电路的输出电流 I_o 不变,而使控制信号 V_r 升高。随着斩波角 α 的增大,控制信号 V_r 也会随之增大,当 V_r 增大至 V_{r-max} 时,电流控制单元即将进入开环状态。也即,在所述控制信号 V_r 小于或等于最大值 V_{r-max} 的范围内,相等斩波角 α 对应的控制信号 V_r 升高,使得在斩波角不变下,更接近闭环开环临界状态,从而减小临界值 α_x ,缩短了调光过程中的无效调节过程。

[0094] 其中,本发明实施例中的补偿信号可以通过如图 11 所示的电路结构获得,也即检测补偿单元 520 中的检测子单元 610 和生成子单元 620 可以通过如图 11 所示的电路结构获得。参照图 11:

[0095] 检测子单元 610 包括:

[0096] 检测子单元 610 的第一输入端依次通过第三电阻 R3 和第四电阻 R4 接地,检测子单元的第二输入端接地(这里所指的“地”为 PFC 电路中整流桥的输出负端);第三电阻 R3 和第四电阻 R4 的连接点连接第一三极管 Q1 的基极,第一三极管 Q1 的射极接地,集电极连接检测子单元的第一输出端,检测子单元的第二输出端接地;

[0097] 生成子单元 620 包括:

[0098] 生成子单元 620 的第一输入端连接检测子单元 610 的第一输出端,生成子单元 620 的第二输入端连接检测子单元 610 的第二输出端;

[0099] 生成子单元 620 的第一输入端通过第五电阻 R5 连接电源电压 V_{cc} ,还通过第二电容 C2 接地;生成子单元 620 的第二输入端依次通过第一二极管 D1 和第三电容 C3 接地;第一二极管 D1 的阴极连接第二三极管 Q2 的基极,第二三极管 Q2 的射极通过第六电阻 R6 接地,第二三极管 Q2 的集电极连接电源电压 V_{cc} ;

[0100] 此时,生成子单元中第六电阻 R6 两端作为生成子单元的两个输出端,输出的补偿信号为电压信号;

[0101] 或者,如图 11 所示,第二三极管 Q2 的射极可以连接串联支路的一端,该串联支路为第二二极管 D2 和第七电阻 R7,此时,串联支路的另一端以及第六电阻 R6 的接地端也可以作为生成子单元的两个输出端,此时输出的补偿信号为电流信号。

[0102] 图 11 所示的电路中,第三电阻 R3 和第四电阻 R4 为分压电阻,对输入的、整流后的斩波电压进行采样,通过第一三极管 Q1 将斩波电压中的低电平信号检测出来,输出锯齿

波电压,即第二电容 C2 上的电压,该锯齿波电压的峰值随着斩波角的增大而增大,通过第一二极管 D1 和第三电容 C3 的峰值保持,在第三电容 C3 上得到一个电平信号,该电平信号的值随着斩波角的增大而增大,通过第二三极管 Q2 的跟随电路,在第六电阻 R6 上的电压信号,也随着斩波角的增大而增大。通过第二二极管 D2 和第七电阻 R7 输出的电流信号的值也随着斩波角的增大而增大。

[0103] 上述的本发明实施例 PFC 电路可以直接作为负载驱动电路,或者,也可以与第一整流器等电路组合,共同构成负载驱动电路。

[0104] 与上述的 PFC 电路和负载驱动电路相对应的,本发明实施例提供一种信号控制方法,该方法可以应用于 PFC 电路中,所述 PFC 电路的输入端接收斩波电压;所述 PFC 电路包括:主开关管和 ton 控制单元;所述 Ton 控制单元的控制信号,在小于或等于最大值范围内,与所述斩波电压的斩波角正相关;(其中,所述正相关是指:斩波角越大,所述控制信号 Vr 也越大,斩波角越小,所述控制信号 Vr 也越小。)

[0105] 如图 12 所示,该方法包括:

[0106] 步骤 1201:检测斩波电压的斩波角;

[0107] 步骤 1202:生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;

[0108] 步骤 1203:根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制,使在所述控制信号小于或等于最大值范围内,相等斩波角对应的控制信号升高。

[0109] 优选地,所述根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制可以包括:将所述补偿信号叠加到 Ton 控制单元的比较信号上。

[0110] 进而,步骤 1203 中,通过所述控制将得到新的比较信号;之后, Ton 控制单元将根据新的比较信号,将新的比较信号与控制信号进行比较,确定主开关管 S1 的导通时间 Ton。

[0111] 基于以上实施例,检测斩波电压的斩波角,生成幅值与斩波角正相关的补偿信号;根据所述补偿信号对 Ton 控制单元的比较信号进行控制。从而将 Ton 控制单元中的比较信号变为新的比较信号, Ton 控制单元使用新的比较信号与控制信号比较,确定主开关管的导通时间 Ton,由于比较信号的升高使得主开关管的导通时间 Ton 暂时变小,进而电流控制单元通过闭环调节维持导通时间 Ton 和 PFC 电路的输出电流不变,使得相同斩波角对应的控制信号升高,实现了在电流控制单元的闭环状态下升高控制信号的值,从而减小临界值 α_x ,实现缩短调光过程中的无效调节过程的发明目的。。

[0112] 本领域普通技术人员可以理解,实现上述实施例的方法的过程可以通过程序指令相关的硬件来完成,所述的程序可以存储于可读取存储介质中,该程序在执行时执行上述方法中的对应步骤。所述的存储介质可以如:ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0113] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

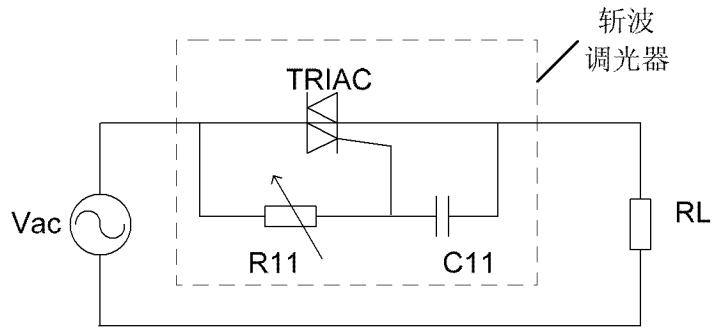


图 1

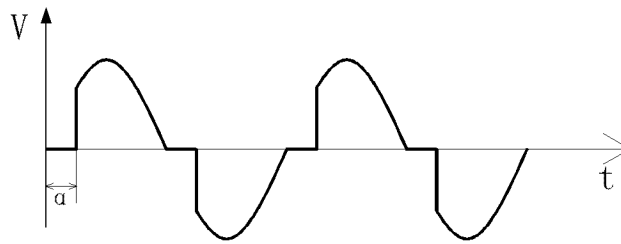


图 2

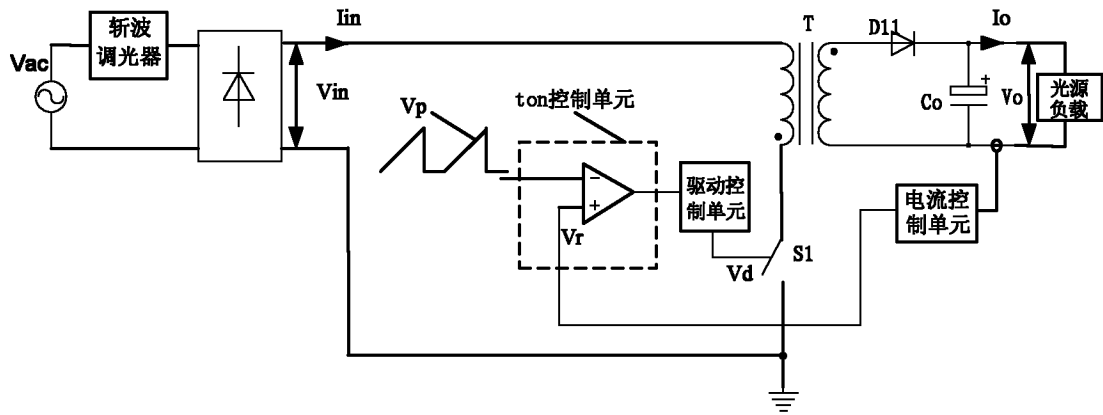


图 3

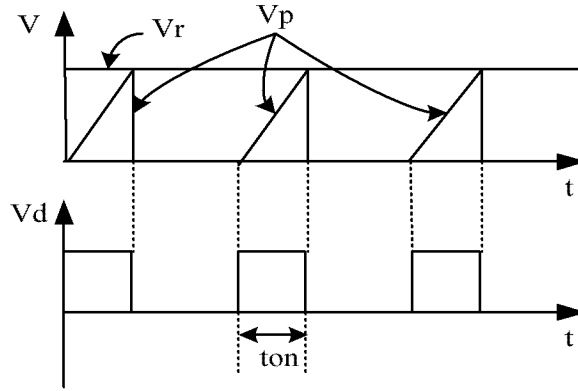


图 4

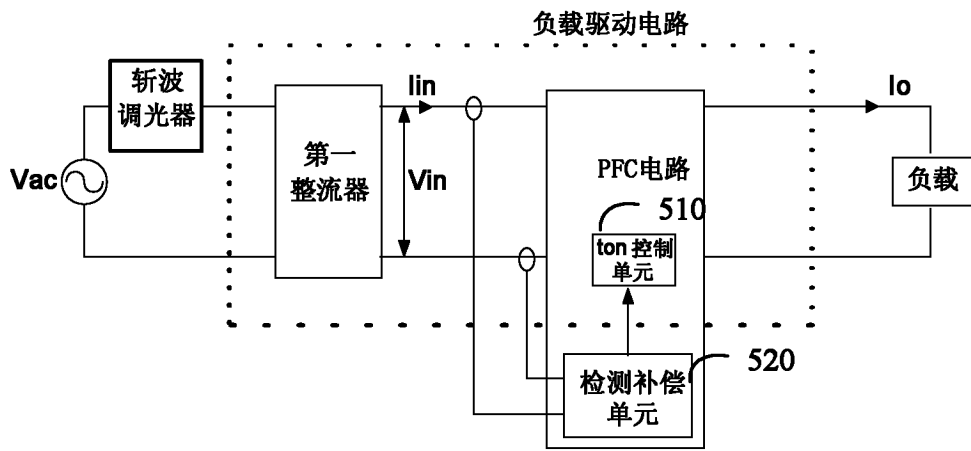


图 5

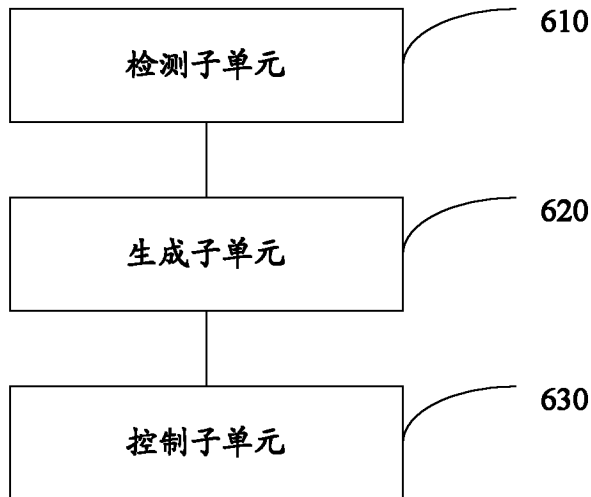


图 6

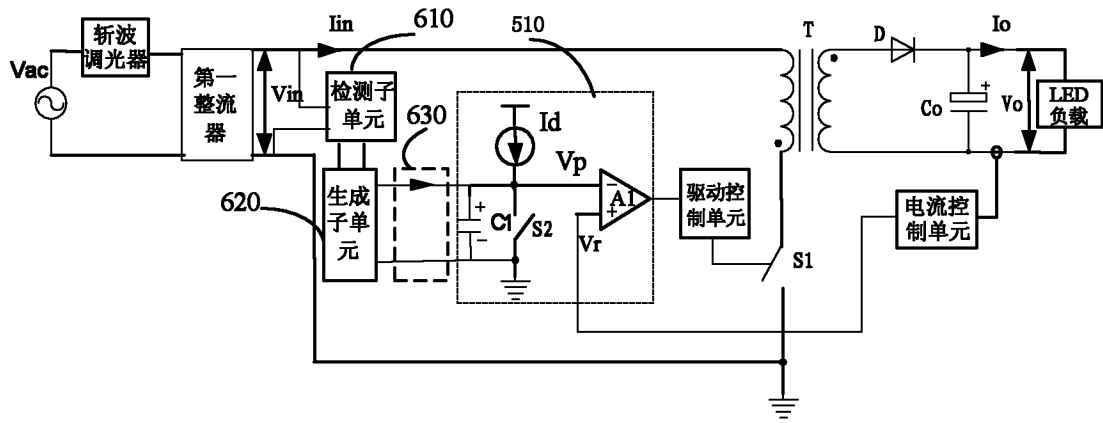


图 7

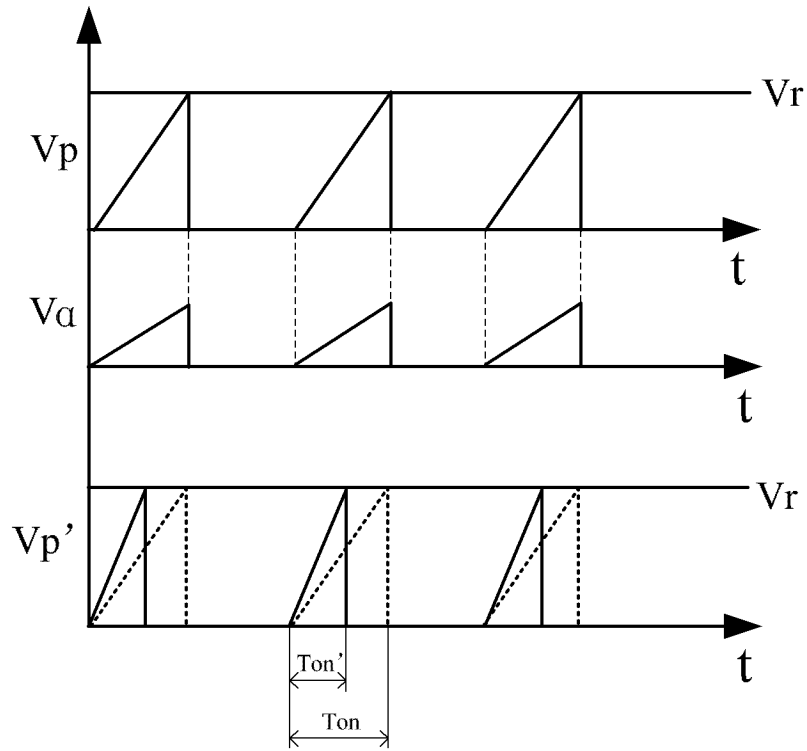


图 8

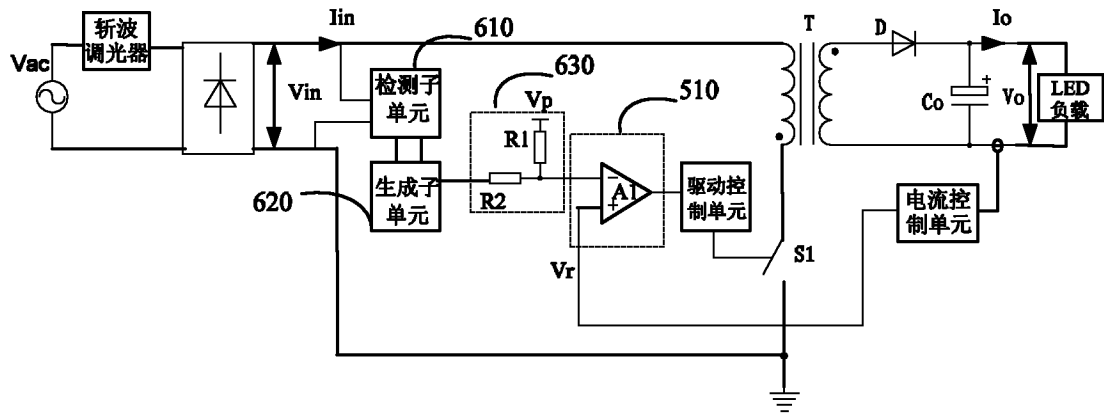


图 9

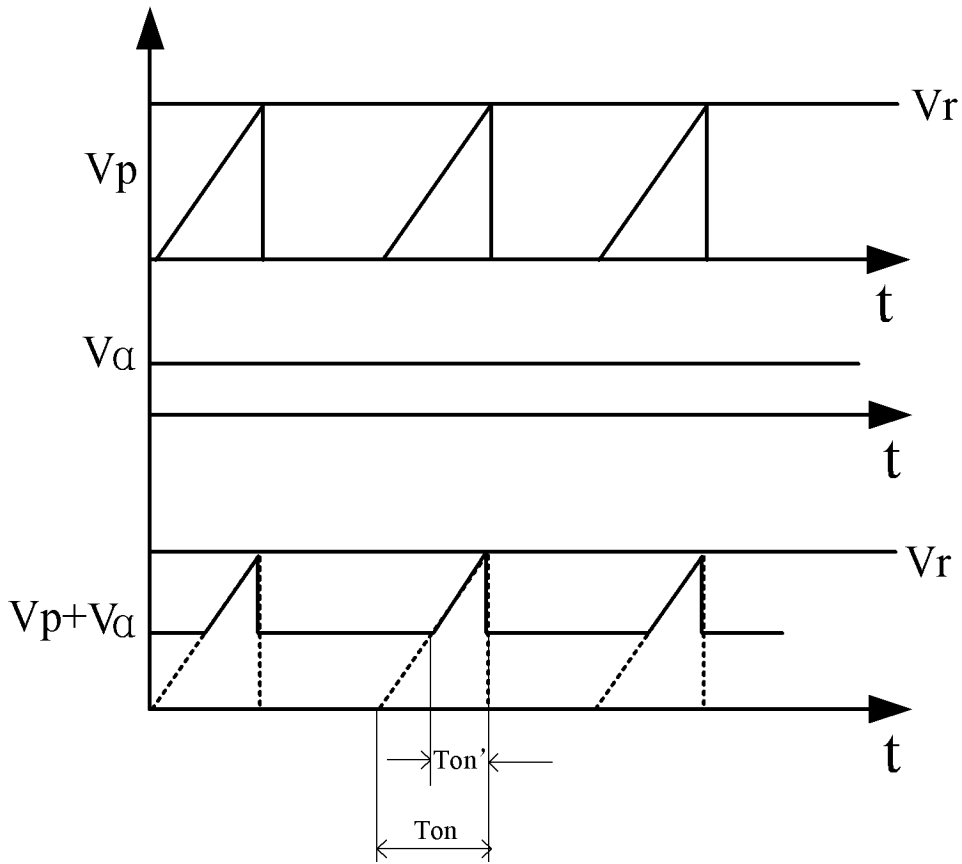


图 10

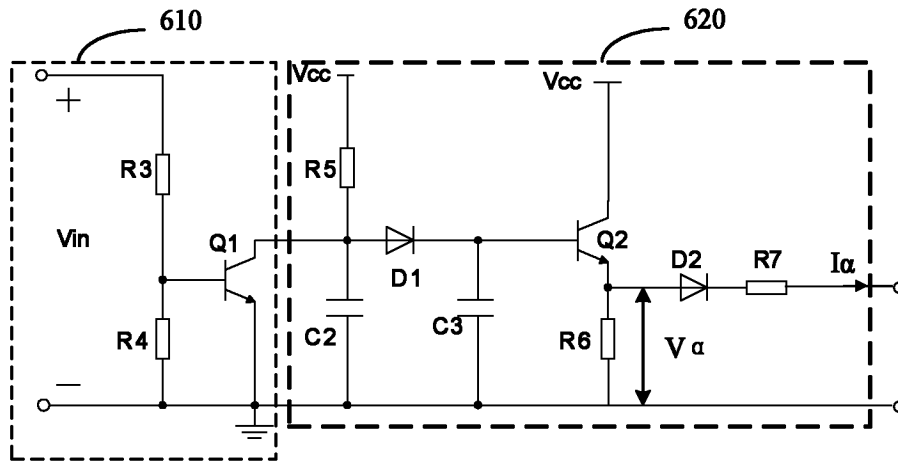


图 11

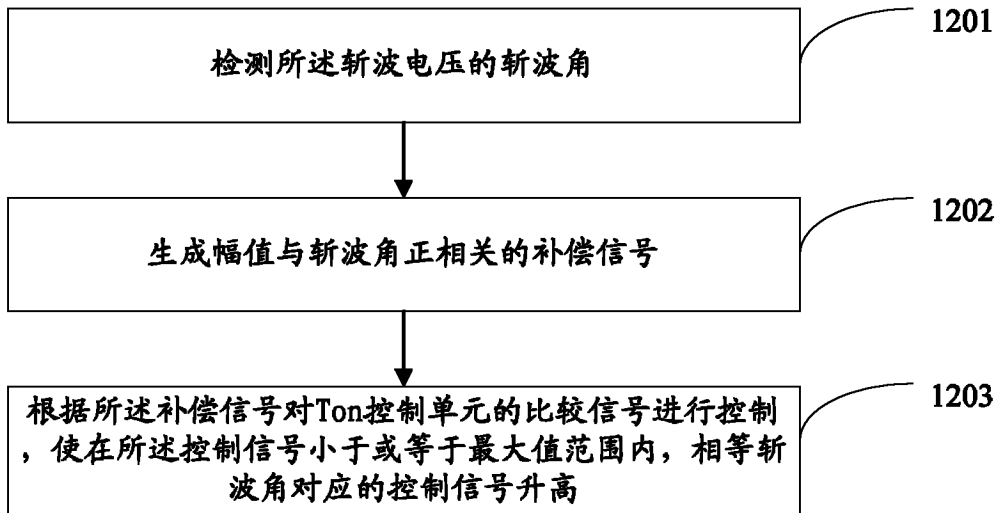


图 12